

PUB-NO: JP402052514A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 02052514 A
TITLE: MECHANICAL FILTER

PUBN-DATE: February 22, 1990

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KUWAYAMA, HIDEKI	
HARADA, KINJI	
IKEDA, KYOICHI	
KOBAYASHI, TAKASHI	
WATANABE, TETSUYA	
NISHIKAWA, SUNAO	
YOSHIDA, TAKASHI	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
YOKOGAWA ELECTRIC CORP	

APPL-NO: JP63204442
APPL-DATE: August 17, 1988

INT-CL (IPC): H03H 9/46; H01L 27/02

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain the stable mechanical filter with low cost and excellent S/N by applying DC magnetic fields orthogonal to each other to the 1st and 2nd vibrators, detecting the vibration of the 2nd vibrator while exciting the 1st vibrator by an AC current so as to form an output signal.

CONSTITUTION: 1st and 2nd vibrators 31, 32 whose both ends are fixed, arranged in parallel with equal length, width and thickness to a silicon single crystal substrate 11 are provided. Then DC magnetic fields orthogonal to each other are applied to the vibrators 31, 32 and when an AC current flows to both ends of the vibrator 31, the vibrator is excited orthogonal to the current and the magnetic field through the magnetic induction and the vibrator is vibrated by the natural frequency. The vibration is delivered to the vibrator 32 and vibrated in the same number of vibration as the equal natural frequency. The vibration of the vibrator 32 is detected by a vibration detection means 50 and the frequency is extracted as the output signal.

COPYRIGHT: (C)1990,JP0&Japio

⑫ 公開特許公報 (A)

平2-52514

⑬ Int. Cl. 5

H 03 H 9/46
// H 01 L 27/02

識別記号 庁内整理番号

Z 7210-5J
7514-5F

⑭ 公開 平成2年(1990)2月22日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 メカニカルフィルター

⑯ 特願 昭63-204442

⑰ 出願 昭63(1988)8月17日

⑱ 発明者 桑山秀樹	東京都武蔵野市中町2丁目9番32号	横河電機株式会社内
⑲ 発明者 原田謹爾	東京都武蔵野市中町2丁目9番32号	横河電機株式会社内
⑳ 発明者 池田恭一	東京都武蔵野市中町2丁目9番32号	横河電機株式会社内
㉑ 発明者 小林隆	東京都武蔵野市中町2丁目9番32号	横河電機株式会社内
㉒ 発明者 渡辺哲也	東京都武蔵野市中町2丁目9番32号	横河電機株式会社内
㉓ 発明者 西川直	東京都武蔵野市中町2丁目9番32号	横河電機株式会社内
㉔ 発明者 吉田隆司	東京都武蔵野市中町2丁目9番32号	横河電機株式会社内
㉕ 出願人 横河電機株式会社	東京都武蔵野市中町2丁目9番32号	横河電機株式会社内
㉖ 代理人 弁理士 小沢信助	東京都武蔵野市中町2丁目9番32号	

明細書

1. 発明の名称

メカニカルフィルター

2. 特許請求の範囲

シリコン単結晶の基板上に設けられたシリコン単結晶材よりなる振動子本体と、該振動子本体を励振する励振手段と、前記振動子本体の励振された振動を検出する振動検出手段とを具備するメカニカルフィルターにおいて、

両端が前記基板に固定され互いに平行に配置され長さと幅と厚さがほぼ等しい第1振動子と第2振動子とを備える振動子本体と、該振動子本体に直交する直流磁界を加え第1振動子の両端に交流電流を流して磁気誘導作用により振動子を磁界と電流に直交する方向に励振する励振手段と、第2振動子の両端に発生する起電力を検出する振動検出手段とを具備してなるメカニカルフィルター。

3. 発明の詳細な説明

<産業上の利用分野>

本発明は、シリコン基板に形成した振動梁を利用した、メカニカルフィルターに関するものである。

<従来の技術>

第5図～第7図は従来より一般に使用されている従来例の構成説明図である。

第5図は原理的構成説明図、第6図は第5図のA-A断面図、第7図(A)、(B)は第5図を電気回路で示した図であり、第7図(B)はP形層とn+形層の間に逆バイアス電圧を印加するための電源を示している。

これらの図において、11は(100)面を有する、例えば不純物濃度10¹⁵原子/cm³以下のP形のシリコン基板である。

この基板11の表面には部分的に不純物濃度10¹⁷程度のn+拡散層(図では省略)が形成され、このn+拡散層の一部に振動梁12が<001>方向に形成されている。なお、この振動梁12は基板11に形成されたn+層およびP層をフォトリソグラフィとアンダエッティングの技術を用

いて加工する。

13は振動梁12の略中央上部に振動梁12に直交し、かつ、非接触の状態で設けられた磁石、14は絶縁膜としてのSiO₂膜(第6図参照)である。

15a、15bは例えばアルミニウム(Aℓ)などの金属電極で、この金属電極15aの一端は振動梁12から延長したn+層にSiO₂層に設けたコンタクトホール16a、を通じて接続され、他端はリード線を介して振動梁12の抵抗値とはほぼ等しい比較抵抗R。および増幅器20の一端に接続されている。

増幅器20の出力は出力信号として取出されるとともに分岐して一次コイルL₁の一端に接続されている。このコイルL₁の他端はコモンラインに接続されている。

一方比較抵抗R。の他端は中点がコモンラインに接続した2次コイルL₂の他端に接続され、この2次コイルL₂の他端は振動梁12の他端に前記同様に形成された金属電極15bに接続されて

ℓ : 振動梁の長さ

b : 振動梁の幅

h : 振動梁の厚さ

Q : 共振の鋭さ

R₀ : 直流抵抗値

上式によれば振動梁のQが数百～数万の値をとるため、共振状態において増幅器の出力として、大きな振幅信号を得ることができる。

なお、振動梁の加工手段および形状は本実施例に限るものではなく、例えば、n形シリコン基板にB(ボロン)を4×10¹⁹原子/cm³以上拡散して選択性エッチングにより形成したもの用いてもよい。

しかしながら、この様な装置においては、振動梁12に発生する逆起電力を交流ブリッジを用いて検出しているが、入力信号の成分を、交流ブリッジで完全に抑圧することは事実上不可能であるから、ブリッジ出力には入力成分の一部が乗ってくる。

このために、S/N比が悪く安定な出力信号が

いる。

上記構成において、p形層(基板10)とn+形層(振動梁12)の間に逆バイアス電圧を印加して絶縁し、振動梁12に交流電流Iを流すと振動梁12の共振周波数において電磁誘導作用により振動梁のインピーダンスが上昇して、比較抵抗R。および中点をコモンラインに接続したL₂により構成されるブリッジにより不平衡信号を得ることができる。この信号を増幅器20で増幅し、出力信号として取出す。

上記構成において、振動梁12のインピーダンスRは固有振動数に応じて上昇する。このインピーダンスRは、次式のように表わすことができる。

$$R = (1/222) \cdot (1/(Egr)^{1/2}) \cdot (AB^2 \ell^2 / bh^2) \cdot Q + R_0$$

ここで、E : 弹性率

g : 重力加速度

r : 振動子を構成している材料の密度

A : 振動モードによって決まる定数

B : 磁束密度

得られない。

この様な問題点を解決するために、本願出願人は昭和62年10月27日出願の特願昭62-271557号「発明の名称：メカニカルフィルター」を出願している。

以下、この出願について、第8図から第11図により説明する。

第8図は特願昭62-271557号の一実施例の原理的要部構成説明図である。

図において、第5図と同一記号の構成は同一機能を表わす。

以下、第5図と相違部分のみ説明する。

30は振動子本体である。振動子本体30は両端が基板11に固定され互いに平行に配置された第1振動子31、第2振動子32と、第1振動子31、第2振動子32の振動の腹の部分を相互に機械的に結合する連結梁動33とを備える。

40は振動子本体30に直交する直流磁界を磁石13により加え第1振動子31の両端に交流電流を入力トランス41により流して磁気誘導作用

により振動子本体30を磁界と電流に直交する方向に励振する励振手段である。

入力トランス41は一次側が入力端子42に接続されている。二次側は第1振動子31の両端に接続されている。

50は他方の第2振動子32の両端に発生する起電力を検出する振動検出手段である。この場合は、出力トランス51が用いられている。出力トランス51の一次側は第2振動子32の両端に接続され、二次側は増幅器52を介して出力端子53に接続されている。

以上の構成において、励振手段40に入力された入力信号により振動子本体30は励振される。振動子本体30の振動は振動検出手段50により検出され出力信号として取出される。

この結果、振動子本体30は、励振用の第1振動子31と、起電力検出用の第2振動子32に分けられ、連結梁33で、第1振動子31の振動の腹の部分を結合するようにされたので、電気的には分離されているが、機械的には結合されている

ため、高い入力成分除去比(S/N比)が得られる。

第9図は振動子本体30の実際例で、第10図は第9図のB-B断面図である。

第10図において、振動子本体30は、振動子31, 32のQ値を高くするために、シエル60で振動子本体30を覆い、振動子31, 32の周面に隙間62を設けて真空室61に封じ込められた状態を示す。

第8図、第9図においては、分りやすくするために、シエル60は示されていない。

この様な装置は、例えば、第11図に示す如くして作られる。

(1) 第11図(A)に示すごとく、n型シリコン(100)面にカットされた基板11に、シリコン酸化物あるいはシリコン窒化物の膜101を形成する。膜101の所要の箇所102をホトリソグラフィにより除去する。

(2) 第11図(B)に示すごとく、1050°Cの水素(H₂)雰囲気中で、塩化水素でエッティングを行い、基板11に所要箇所102をエッテン

グして膜101をアンダーカットして、凹部103を形成する。

なお、塩化水素の代りに、高温水蒸気、酸素を用いるか、あるいは、40°C～130°Cのアルカリ液による異方性エッティングでもよい。

(3) 第11図(C)に示すごとく、1050°Cの水素(H₂)雰囲気中でソースガスに塩化水素(HCl)ガスを混入して選択エピタキシャル成長法を行う。

すなわち、

①ボロンの濃度10¹⁸cm⁻³のP形シリコンにより、隙間部62の下半分に相当する第1エピタキシャル層104を選択エピタキシャル成長させる。

②ボロンの濃度3×10¹⁹cm⁻³以上のP形シリコンにより、第1エピタキシャル層104の表面に、所要の箇所102を塞ぐように、振動子本体30に相当する第2エピタキシャル層105を選択エピタキシャル成長させる。

③ボロンの濃度10¹⁸cm⁻³のP形シリコンに

より、第2エピタキシャル層105の表面に、隙間部62の上半分に相当する第3エピタキシャル層106を選択エピタキシャル成長させる。

④ボロンの濃度3×10¹⁹cm⁻³以上のP形シリコンにより、第3エピタキシャル層106の表面に、シエル60に相当する第4エピタキシャル層107を選択エピタキシャル成長させる。

(4) 第11図(D)に示すごとく、シリコン酸化物、あるいは、シリコン窒化物の膜101をフッ化水素酸(HF)でエッティングして除去し、エッティング注入口108を設ける。

(5) 第11図(E)に示すごとく、第4層に対して基板11に正のパルスを印加して、エッティング液の注入口108よりアルカリ液を注入して、第1エピタキシャル層104と第3エピタキシャル層106を選択エッティングして除去する。

第2エピタキシャル層105と第1エピタキシャル層104あるいは第3エピタキシャル層106との間にエッティング作用の差があるのは、ボロンの濃度が3×10¹⁹cm⁻³以上となるとエッ

チング作用に抑制現象が生ずることによる。

このことは、例えば、「トランステューサーズ'87」日本電気学会発行の123ページ Fig 8に示されている。

(6) 第11図(F)に示すごとく、1050°Cの水素(H₂)中で、n形シリコンのエピタキシャル成長を行い、第2エピタキシャル層105と第4エピタキシャル層107と基板11の凹部103側の面を覆うと共に、注入口108を塞ぐようにして、n形シリコンからなる第5エピタキシャル層109を形成し、エッチング注入口108をとじる。

<発明が解決しようとする課題>

しかしながら、この様な装置においては第1振動子31、第2振動子32と連結梁33との結合部分が複雑となり、エピタキシャル成長が結晶方位によって異なるため、結合部分の結晶形成が綺麗に出来ない。また、シエル60と第1振動子31、第2振動子32との間の隙間62が狭くなる等の問題があり、製造上の歩留りを悪くするとの

一を構成したものである。

<作用>

以上の構成において、

振動子には、直交するように交流磁界が掛けられている。

第1振動子の両端に入力交番電流を流すと、磁気誘導作用により、磁界と電流とに直交する方向に励振される。

この場合の振動周波数は、第1振動子の長さ、幅、厚さおよび張力により決まる固有振動数で励振する。

このとき、第2振動子も、同形状、同張力であると、等しい固有振動数を持つために、励振された第1振動子の振動エネルギーが、第1振動子の両端の壁を介して伝達し、第2振動子も同じ振動数で振動する。

振動子本体の振動は振動検出手段により検出され、その周波数は出力信号として取出される。

以下、実施例に基づき詳細に説明する。

<実施例>

問題があった。

本発明は、この問題点を解決するものである。

本発明の目的は、S/N比が良好で安定な出力信号が得られ、安価なメカニカルフィルターを提供するにある。

<問題点を解決するための手段>

この目的を達成するために、本発明は、シリコン単結晶の基板上に設けられたシリコン単結晶材よりなる振動子本体と、該振動子本体を励振する励振手段と、前記振動子本体の励振された振動を検出する振動検出手段とを具備するメカニカルフィルターにおいて、

両端が前記基板に固定され互いに平行に配置され長さと幅と厚さがほぼ等しい第1振動子と第2振動子とを備える振動子本体と、該振動子本体に直交する直流磁界を加え第1振動子の両端に交流電流を流して磁気誘導作用により振動子を磁界と電流に直交する方向に励振する励振手段と、前記第2振動子の両端に発生する起電力を検出する振動検出手段とを具備してなるメカニカルフィルタ

第1図は本発明の一実施例の要部構成説明図で、第2図は実際の使用例、第3図は第2図のB-B断面図、第4図は第1図の動作説明図である。

図において、第8図と同一記号の構成は同一機能を表わす。

以下、第8図と相違部分のみ説明する。

第8図との相違は、第1振動子31と第2振動子32とを連結する連結梁33がないのみである。

しかし、第1振動子31と第2振動子32とは近接して設けられ、その長さ、幅、厚さは等しく形成されている。

以上の構成において、

振動子31、32には、直交するように交流磁界をかけ、第1振動子31の両端に入力交番電流を流すと、磁気誘導作用により、磁界と電流とに直交する方向に励振する。

この場合の振動周波数は、第1振動子の長さ、幅、厚さおよび張力により決まる固有振動数で励振する。

このとき、第2振動子32も、同形状、同張力

特開平2-52514(5)

であると、等しい固有振動数を持つために、励振された第1振動子31の振動エネルギーが、第1振動子31の両端の壁を介して伝達し、第2振動子32も同じ振動数で振動する。

第2振動子32の振動は、振動検出手段により検出され、その周波数は、出力信号として取出される。

この結果、

(1) 振動子本体30の形状が2本の振動子31, 32のみとなり、第8図従来例の様な連結梁33が無くなつた為に、製造プロセスの歩留が大幅に向上升する。

(2) 励振電流を流す第1振動子31と、起電力検出手用の第2振動子32は電気的に完全に、絶縁されているため、高い入力成分除去比(S/N比)が得られる。

(3) 振動子本体30に、振動子31, 32の軸に直角方向に、第4図に示すごとき、歪み ϵ 。が加わると、従来例の振動子本体30では、連結梁33のために、第4図(A)の破線の様な変形を

生じ、第1振動子31, 第2振動子32の固有振動数が変化するという問題があつた。

しかし、本発明では、第4図(B)の破線の様な変形を生じ、誤差を生じない。

<発明の効果>

以上説明したように、本発明は、シリコン単結晶の基板上に設けられたシリコン単結晶材よりも振動子本体と、該振動子本体を励振する励振手段と、前記振動子本体の励振された振動を検出手する振動検出手段とを具備するメカニカルフィルターにおいて、

両端が前記基板に固定され互いに平行に配置され長さと幅と厚さがほぼ等しい第1振動子と第2振動子とを備える振動子本体と、該振動子本体に直交する直流磁界を加え第1振動子の両端に交流電流を流して磁気誘導作用により振動子を磁界と電流に直交する方向に励振する励振手段と、前記第2振動子の両端に発生する起電力を検出手する振動検出手段とを具備してなるメカニカルフィルターを構成した。

この結果、

(1) 振動子本体の形状が2本の振動子のみとなり、従来例の様な連結梁が無くなつた為に、製造プロセスの歩留が大幅に向上升する。

(2) 励振電流を流す第1振動子と、起電力検出手用の第2振動子は電気的に完全に、絶縁されているため、高い入力成分除去比(S/N比)が得られる。

(3) 振動子本体に、振動子の軸に直角方向に、歪み ϵ 。が加わると、従来例の振動子本体では、連結梁の存在のために、第1振動子、第2振動子の固有振動数が変化するという問題があつたが、本発明では、誤差を生じない。

従つて、本発明によれば、S/N比が良好で安定な出力信号が得られ、安価なメカニカルフィルターを実現することが出来る。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の原理的要部構成説明図、第2図は実際使用例の要部構成説明図で、第3図は第2図のB-B断面図、第4図は第1図

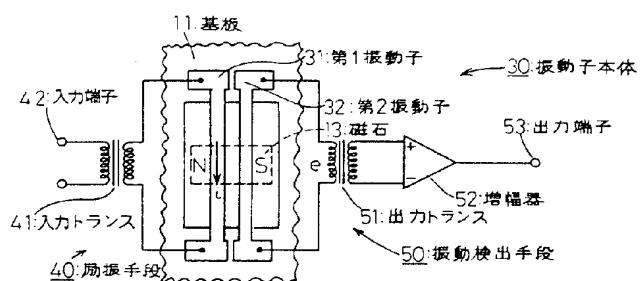
の動作説明図、第5図～第7図は従来より一般に使用されている従来例の構成説明図で、第5図は要部構成説明図、第6図は第5図のA-A断面図、第7図は第5図を電気回路で示した図、第8図～第11図は特願昭62-271557号の構成説明図である。

1 1…基板、1 3…磁石、3 0…振動子本体、3 1…第1振動子、3 2…第2振動子、4 0…励振手段、4 1…入力トランジスタ、4 2…入力端子、5 0…振動検出手段、5 1…出力トランジスタ、5 2…増幅器、5 3…出力端子、6 0…シエル、6 1…真空室、6 2…隙間。

代理人弁理士 小沢信

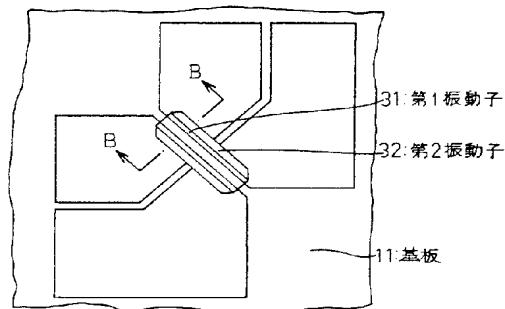
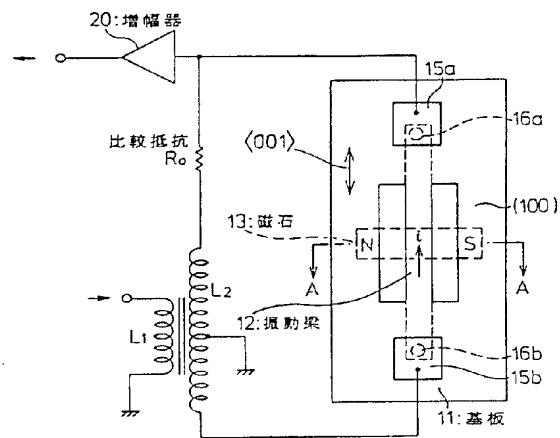


第 1 図

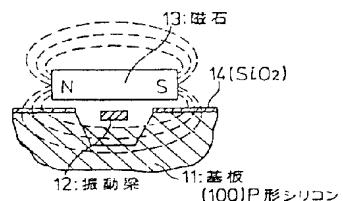


2

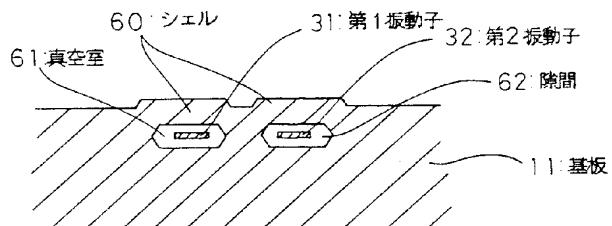
第 5 図



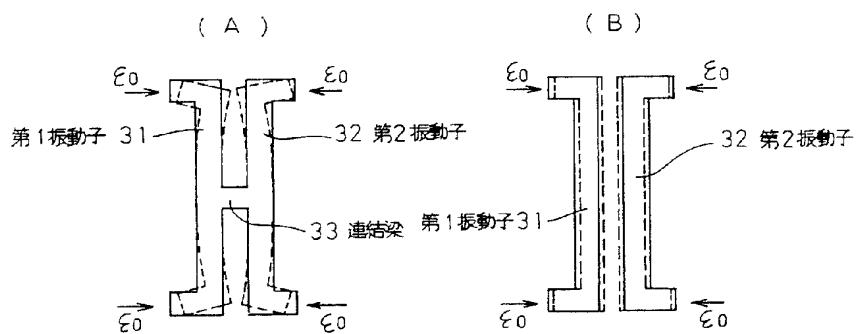
第 6 図

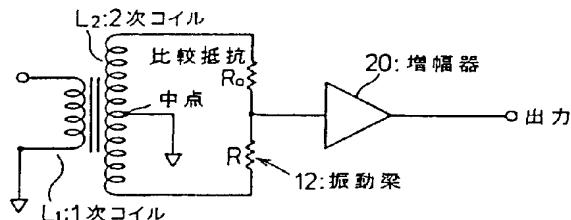


第 3 図



第 4 図

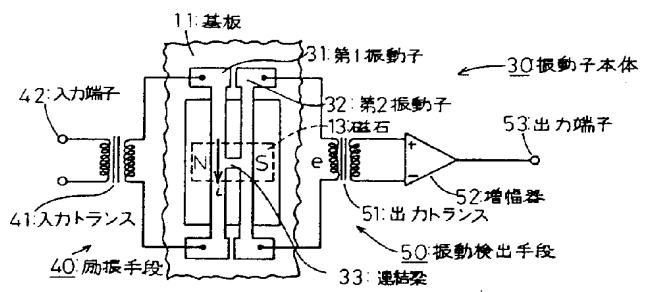


第7図
(A)

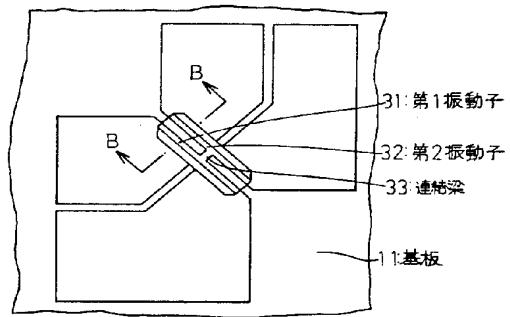
(B)



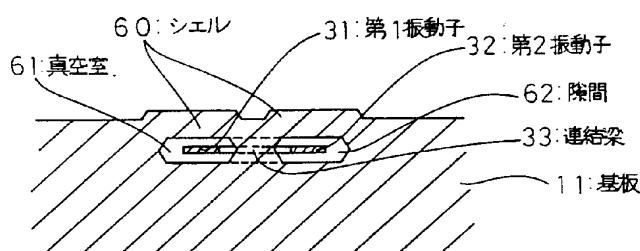
第8図



第9図



第10図



第11図

